

PA21) 시민에 의한 이산화질소 개인노출평가에 관한 연구 A Study of Individual Exposure Evaluation of NO₂ by the Citizens

김선태 · 박익정 · 엄진영 · 이범진¹⁾ · 최유정¹⁾
대전대학교 환경공학과, (사)시민환경기술센터¹⁾

1. 서 론

일반 대기환경중의 대기오염은 인체에 대한 영향이 만성적일 뿐만 아니라, 직접적인 인과관계를 규명하기가 매우 어려워 도시에 사는 많은 사람들은 편리한 생활을 영위하는 대가로 천식 등의 기관지 질환에 시달리고 있다. 서울시 대기환경 상태는 생활수준의 향상으로 인한 자동차의 급격한 증가에 의하여 질소산화물(NO_x)을 비롯한 오염물질의 농도가 증가되어 광화학스모그(smog)의 발생에도 큰 영향을 미치고 있다.¹⁾

국내의 대기오염과 건강에 관한 연구는 김윤신¹⁾을 비롯한 많은 연구자들이 진행해 왔으며, 외국의 개인 폭로형 측정기를 통하여 이루어져 왔고, 김선태²⁾가 국내에서 이산화질소 측정기를 자체 제작하고 분석에 대한 QA/QC자료를 구축하는 수준에 이르렀으며 주로 실외의 광범위한 지역의 공간적인 해상도를 제고하기 위한 공간분포 조사용과 시민참여의 한 축으로 측정이 이루어졌다. 시민에 의한 이산화질소 측정은 시민에 의한 전국 측정조사사업의 일환으로 1993년부터 2003년 2월까지(1997년부터 시민환경기술센터 주관) 매년 2회씩 이루어졌고, 인체노출평가는 제 1회 측정으로서 2003년 5월부터 7월까지 수행되었다. 본 연구는 비교적 측정기록이 양호한 대전지역의 측정결과를 대상으로 분석을 진행하였다. 대전 지역에서는 6개 직종에 대한 45명의 인체노출평가에 대하여 직업별, 연령별, 실내외 이동시간별 이산화질소 농도특성과 행동양식과 관련지어 고찰하였다. 또한, 실내·외 활동시간에 따른 이산화질소 노출정도를 평가함으로써 실내외의 이산화질소 배출에 따른 노출정도를 평가하고자 하였다.

2. 연구 방법

인체노출평가는 짐게가 달려 있는 badge type passive sampler를 활용하여 측정하였고, 2003년 5월 28일부터 29일까지 24시간 동안 6개 직업군을 대상으로 기관지 등 호흡기와 연관된 설문과 일상적인 설문을 측정과 동시에 실시하였다. 인체노출평가용으로 부착한 이산화질소 passive sampler의 측정결과는 직업에 대한 구분, 연령에 대한 구분, 실내·외 활동시간에 대한 구분으로 나누어서 분석을 진행하였다. 시료의 설치 및 회수는 대상 직업군에 대하여 측정기의 설치와 기록용지 작성방법을 설명하면서 수행하였고, 개별적으로 회수된 측정기를 모아서 실험실에서 분석을 수행하였다. badge type의 passive sampler는 직경 28mm의 크로마토그래프여지를 사용하며, 20% TEA용액을 흡수액으로 사용하도록 고안되었다. 분석은 살츠만시약으로 발색 한 후 비색계로 적색계열의 파장범위에서 정량 하였다. 설문결과의 분석에는 엑셀을 활용하여 평균 및 최대, 최소농도를 분석하였고, 설문지에 기록된 문항별로 해당답변에 대한 개인별 이산화질소 노출량에 대하여 분석을 진행하였다. 그림 1은 측정기의 주차요원에 대한 측정기설치 및 기록용지 작성법에 대하여 설명하는 장면이다.



Fig. 1. Measurement and paper recording method comment.

3. 결과 및 고찰

3. 1 직업별 연령별 이산화질소 노출농도 평가

그림 2에서 분석한 직종별 이산화질소 노출농도 중 주차요원은 63.8ppb로 가장 높은 수준의 이산화질소에 노출된 것으로 나타났으며, 노인층과 사무직이 각각 27.2ppb와 33.5ppb로 상대적으로 낮은 수준의 이산화질소에 노출된 것으로 조사되었다. 주차요원에 해당하는 10명중에는 최고 90ppb에 육박하는 이산화질소에 노출된 참여자도 있는 것으로 확인되었고, 연구직 및 고등학생 순으로 더 많은 이산화질소에

노출된 것으로 조사되었다. 그림 3에는 연령별 이산화질소 노출정도를 나고 있는데, 측정에 참여한 21세에서 30세까지의 연령층의 대부분이 주차요원에 포함되어 있는 이유로 평균적으로 높은 이산화질소에 노출된 것으로 조사되었다. 또한, 비교적 외부활동이 왕성한 31세에서 40세 수준의 연령층과 그 이하의 연령층이 40ppb에 이르는 이산화질소에 노출된 것으로 조사되었다.

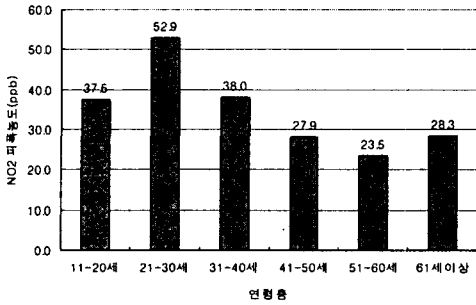


Fig. 2. NO₂ exposure amount by age.

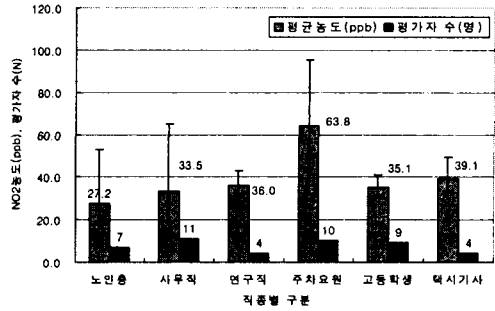


Fig. 3. NO₂ exposure amount by occupation.

3. 2 실내·외 활동시간에 따른 이산화질소 노출농도 평가

본 조사에 참여한 시민들을 대상으로 실시한 설문조사에서 동시에 기록한 행동양식을 집, 학교, 사무실 등의 실내와 건물 등의 내부가 아닌 모든 곳을 실외로 구분하여 대상자의 활동공간에 대한 머무름 시간과 대상자의 이산화질소 노출농도를 그림 1과 그림 2에 나타내었다. 실내활동시간에 따른 이산화질소 노출농도에서는 8시간 이하의 실내활동을 하는 동안에는 약 45ppb 수준의 이산화질소에 노출되는 것으로 조사되었고, 11시간 이상의 실내활동을 할 경우 32ppb수준으로 이산화질소에 노출되는 수준이 감소하는 것을 확인하였다. 이러한 결과는 계절적으로 초여름에 해당하는 측정 시기가 난방이 없는 실내보다는 상대적으로 실외의 배출원인 차량의 영향이 클 것으로 추정되는 이유에서 실내활동시간이 많을수록 이산화질소에 적게 노출된다고 판단된다. 실내활동시간에 따른 이산화질소 노출농도도 동일한 계절적인 이유로 실외활동이 많을수록 상대적으로 이산화질소에 노출되는 농도수준이 높아지는 것으로 판단된다. 그림 4에서 1시간 이내의 실내활동을 할 경우에는 30ppb수준의 이산화질소에 노출되고 있으나, 실외활동이 8시간 이상 늘어날 경우 47ppb 수준의 이산화질소에 노출되고 있는 것으로 조사되었다.

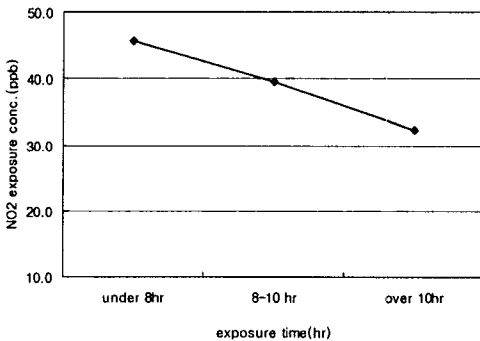


Fig. 3. NO₂ concentration by indoor activity.

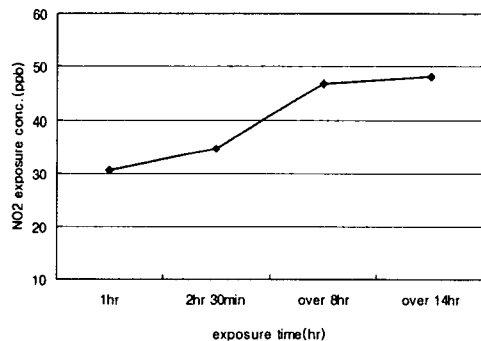


Fig. 4. NO₂ concentration by outdoor activity.

참고 문헌

- 김윤신 외, (1991) 「서울시 일부 택시기사의 이산화질소 개인폭로량에 관한 연구」, 한국환경위생학회지 Vol. 17, No. 2, 9-16.
- 김선태 외, (2001) 「이산화질소 passive sampler의 정도평가」, 한국대기환경학회, 추계학술대회논문집.